অষ্টম অধ্যায়

আলোর প্রতিফলন

Reflection of light

আলো: আলো এক ধরনের শক্তি বা বাহ্যিক কারণ যা আমাদের চোখে প্রবেশ করে দর্শনের অনুভূতি জাগায়. আলো বস্তু বস্তুকে দৃশ্যমান করে কিন্তু আলো নিজেই অদৃশ্য।

আমরা আলোকে দেখতে পাই না কিন্তু আলোকিত বস্তুকে দেখি। আলো এক ধরনের বিকিরণ করে, এটি এক ধরনের তরঙ্গ যাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে। আলো মাধ্যমের সাহায্য ছাড়াই এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যেতে পারে।

আলো তির্যক তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ আকারে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে গমন করে

আলোর বেগ মাধ্যমের ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক,

অর্থাৎ আলোর বেগ c এবং মাধ্যমের ঘনত্ব ρ হলে

$$c \propto \frac{1}{\rho}$$

শূন্য মাধ্যমে আলোর প্রকৃত বেগ প্রতি সেকেন্ডে 299792454 মিটার বা 186000 মাইল

হিসাবের সুবিধার জন্য আলোর বেগ

$$c = 3\times10^{8}\ ms^{-1}$$

কোন ভাবেই ও কোন জাতিনিম বস্তুর বেগই আলোর বেগের গতির সমান বা তার চেয়ে বেশি নয়।

অর্থাৎ আলোর বেগ সর্বোচ্চ বেগ এর চেয়ে কোন বস্তুর বেগ সমান নয়। আলোর কোন অভিকর্ষের নেই

আলোর বেগ প্রতিসরণ অধ্যায়

দৃশ্যমান আলো তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালীর কেবল একটি অংশ মাত্র।

দৃশ্যমান সাদা আলো মূলত সাতটি রঙের মিশ্রণ। প্রিজম এর দ্বারা দৃশ্যমান সাদা আলোর মধ্যে বিস্তৃত অবস্থায় থাকা এ সাতটি রঙকে আলাদা করা যায় যা আমরা রংধনুতে দেখতে পাই।

V
I
B
G
Y
O
R

প্রিজম

বর্ণালি:

বর্ণালি (স্পেকট্রাম / Spectrum)

দৃশ্যমান সাদা আলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে বিশ্লিষ্ট হয়ে সাতটি বিভিন্ন বর্ণের আলোতে আলাদা হয়ে

তৈরি হয়। প্রিজম থেকে নির্গত এই আলোর মুখে যে পর্দায় ফেললে পর্দায় ঐ সাতটি বিভিন্ন বর্ণের আলোর রশ্মি দেখা যায়, তাকে বর্ণালি বলে।

সাদা আলো বিচ্ছুরণে প্রাপ্ত বর্ণালির মধ্যে যে সাতটি বর্ণ থাকে, সেই বর্ণগুলির ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর মিলিয়ে বর্ণালিতে পাওয়া সাতটি বর্ণের ক্রমানুসারে সাজালে 'VIBGYOR' শব্দটি পাওয়া যায়। অনুরূপ ভাবে বাংলা নামের প্রথম অক্ষর দিয়ে সাজালে 'বেনীআসহকলা' শব্দটি পাওয়া যায়।

বর্ণালিতে পাওয়া সাতটি বর্ণের নাম হলো:

- বে — বেগুনি
- নী — নীল
- আ — আসমানি / আকাশি
- স — সবুজ
- হ — হলুদ
- ক — কমলা
- লা — লাল

বর্ণালি

দৃশ্যমান বর্ণালি: দৃশ্যমান / দৃশ্য / আলোক বর্ণালী হচ্ছে তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালীর সেই অংশ যা মানুষের চোখে দৃশ্যমান অর্থাৎ যা মানুষের চোখ চিহ্নিত করতে পারে।

এবং
দৃশ্যমান বর্ণালির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 380 − 750 ন্যানোমিটার।

অর্থাৎ, 380 − 750 nm সীমার মধ্যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণকে দৃশ্যমান আলো বা শুধু আলো বলে অভিহিত করা হয়,

কারণ মানুষের চোখ স্বাভাবিকভাবে ৩৮০ - ৭৫০/ (600 - 800) ন্যানোমিটার বিশিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সাড়া প্রদান করে

আলোর আলোকিত তত্ত্ব

বিজ্ঞান বহু আগে থেকে আলো কী ভাবে আমাদের চোখে আসে তা ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানীরা এ পর্যন্ত ৪ টি তত্ত্ব প্রদান করেছেন, এগুলোকে একত্রে আলোর আলোকিত তত্ত্ব বলে।

আলোকিত তত্ত্ব গুলো হলো:

(i) স্যার আইজাক নিউটনের কণা তত্ত্ব (corpuscular theory)

(ii) বিজ্ঞানী হাইগেনসের তরঙ্গ তত্ত্ব। (wave theory)

(iii) ম্যাক্সওয়েল এর তাড়িত চৌম্বক তত্ত্ব। (electromagnetic theory)

(iv) ম্যাক্সপ্ল্যাঙ্ক এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব। (quantum theory)

১৯০৫ সালে আলোর কোয়ান্টাম তত্ত্বের মাধ্যমে আইনস্টাইন এ- আলোর বা এ-ফটো-তড়িৎ ক্রিয়ার ব্যাখ্যা দেন। এজন্য ১৯২১ সালে তাকে নোবেল পুরস্কার দেয়া

আলোকীয় পথ: কোন মাধ্যমে একটি নির্দিষ্ট পথ অতিক্রম করতে আলোর যে সময় লাগে ঠিক সেই সময়ে শূন্য বা বায়ু মাধ্যমের মধ্যদিয়ে আলো যে পরিমাণ পথ অতিক্রম করতে পারে, সে পথকে আলোকীয় পথ বলে।

আলোক বর্ষ: এক বছরে আলো যে পথ অতিক্রম করে তাকে আলোক বর্ষ বলে।

আলোর বিভিন্ন তত্ত্ব: দীপ্তমান বস্তু থেকে কী ভাবে আমাদের চোখে আসে তা ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানীরা এ প্রসঙ্গে কটি চারটি তত্ত্ব প্রদান করেছেন। সময়ের এগুলো আলোর আলোকীয় তত্ত্ব বলা হয়। আলোকীয় তত্ত্ব গুলো নিম্নরূপ:

① **কণা তত্ত্ব:** স্যার আইজেক নিউটন ১৬৭২ সালে আলোর কণা তত্ত্ব প্রদান করেন। — এ তত্ত্ব অনুসারে কোন উজ্জ্বল বস্তু থেকে অনবরত ঝাঁকে ঝাঁকে অতি ক্ষুদ্র কণা নির্গত হয়। এ কণাগুলো প্রচণ্ড বেগে সরলরেখা বরাবর চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এবং যখন আমাদের চোখে গিয়ে আঘাত করে তখন ঐ বস্তুর অস্তিত্বের দর্শনানুভূতি হয়। এ কণাগুলো বিভিন্ন আকারের জন্য বিভিন্ন বর্ণের সৃষ্টি হয়।

সীমাবদ্ধতা:
এ তত্ত্বের সাহায্যে আলোর ঋজুগতি, প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ইত্যাদি আলোকীয় ঘটনা ব্যাখ্যা করা যায়। কিন্তু ব্যতিচার, অপবর্তন, বিচ্ছুরণ ইত্যাদি আলোকীয় ঘটনা ব্যাখ্যা

কে ব্যাখ্যা করা সম্ভব না।

তরঙ্গ তত্ত্ব: ১৬৭৮ সালে ~~হা~~ বিজ্ঞানী হাইগেন সর্বপ্রথম আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব প্রদান করেন। পরবর্তী কালে বিজ্ঞানী ইয়ং, ফ্রেনেল ও অন্যান্য বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষা করে এ তত্ত্ব সুপ্রতিষ্ঠিত করেন। এ তত্ত্ব অনুসারে ইথার নামক এক কাল্পনিক মাধ্যমের ভিতর দিয়ে তরঙ্গাকারে ~~[illegible]~~ $3 \times 10^8 \, ms^{-1}$ বেগে সঞ্চালিত হয়ে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যায় এবং ~~দর্শনের~~ ~~অনুভূতি~~ আমাদের চোখে পৌঁছে দর্শনের অনুভূতি সৃষ্টি করে।

~~সমালোচনা~~

ইথারকে কল্পনা ~~[illegible]~~ করা হয় একটি অবিচ্ছিন্ন মাধ্যম রূপে যার স্থিতিস্থাপকতা অনেক বেশি কিন্তু ঘনত্ব খুবই কম। আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য খুব কম এবং নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের তরঙ্গ

নির্দিষ্ট বর্ণের অনুভূতি সৃষ্টি করে।

সীমাবদ্ধতা :

এ তত্ত্বের সাহায্যে আলোর প্রতিসরণ, প্রতিফলন, বিচ্ছুরণ, কণিকার গতিবেগ ও অপবর্তন ব্যাখ্যা করা গেলেও সমবর্তন ও আলোকে তড়িৎচুম্বকীয় আচরণ, বিকিরণ ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয় নি। মাইকেলসন ও মর্লি পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করে যে ইথার বলে কোন কিছুর অস্তিত্ব নেই।

তড়িৎ চুম্বক তত্ত্ব: ১৮৬৪ সালে বিজ্ঞানী ম্যাক্সওয়েল আলোর তড়িৎ চুম্বক তরঙ্গের অবতারণা করেন।

এ তত্ত্ব অনুসারে যখন পরিবর্তী চুম্বক এবং তড়িৎ ক্ষেত্রের দ্রুত পর্যায় বৃত্ত পরিবর্তন ঘটে তখন দৃশ্য ও অদৃশ্য বিকিরণের উদ্ভব হয়, যা তরঙ্গ আকারে 3×10^8 ms^{-1} বেগে চারিদিকে ছড়িয়ে

উঃ। এটি একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। এতে এর সঞ্চালনের জন্য ইথার মাধ্যমের বস্তু কণাগুলো বারবার প্রসারণ হয় না।

(৩)

কোয়ান্টাম তত্ত্ব: আলোর শক্তি কোন উৎস থেকে অবিচ্ছিন্ন তরঙ্গের আকারে না বেরিয়ে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র শক্তি গুচ্ছ বা প্যাকেট আকারে বের হয় প্রত্যেক বর্ণের আলোর জন্য এ শক্তি প্যাকেটের শক্তির সর্বনিম্ন মান আছে। এই ক্ষুদ্র সর্বনিম্ন মানের শক্তি সম্পন্ন কণিকাকে কোয়ান্টাম বা ফোটন বলে।

ম্যাক্সপ্লাংক ১৯০০ সালে প্রথম এ তত্ত্ব প্রদান করেন। ও ১৯০৫ সালে আইনস্টাইন এ তত্ত্ব প্রদান ও প্রমাণ করেন।

যার জন্য ১৯২১ সালে তিনি নোবেল পুরস্কার পান। তিনি (আইনস্টাইন) দেখান কোন ধাতব বস্তুর উপর আলো পড়লে তাৎক্ষণিক ইলেক্ট্রন নির্গত হয় যাকে ফটো তড়িৎক্রিয়া বলে। আলোর তরঙ্গ তত্ত্বের সাহায্যে এ ঘটনার ব্যাখ্যা করা যায় না। কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্যে তিনি (আইনস্টাইন) এ ঘটনার ব্যাখ্যা দেন

আলো নিয়ে বিজ্ঞানীদের কাল্পনিক বিতর্ক:

নিউটন: আলো অসংখ্য কণা দিয়ে তৈরি।

হাইগেন্স: হতেই পারে না, আমি বলছি আলো এক প্রকার তরঙ্গ

ম্যাক্সওয়েল: ঠিক, আলো তরঙ্গ বটে, তবে হাইগেন্স আগে কিছু ভুল বলেছিলেন, আলো আসলে ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক তরঙ্গ।

ম্যাক্সপ্লাংক: আপনারাই ঠিক মনে হয় কিন্তু আমি যে দেখলাম আলো একটু কণার মতো আচরণ করে।

আইনস্টাইন: আরে থামুন থামুন। আপনারা বিতর্ক বন্ধ করেন। আসলে আলো কণা এবং তরঙ্গ দুই রকমই আচরণ করে।

অবস্থা বিশেষ আমরা বলা অবশ্য তত্ত্ব হয়ে যে

আচরণ করে।

তাই বলা যায় আটটি উদ্ভট চরিত্রের আবিষ্কার,

রেডিও তরঙ্গ বা বেতার তরঙ্গ: ~~3 KHz~~ ~~3 KHz~~

3 KHz হতে 300 GHz ~~ফ্রিকুয়েন্সি~~ ফ্রিকুয়েন্সির ইলেক্ট্রো ম্যাগনেটিক স্পেকট্রামকে বলা হয় রেডিও ওয়েভ বা বেতার তরঙ্গ। এর তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1 mm থেকে 10000 km হতে পারে। এই তরঙ্গের ফ্রিকুয়েন্সির আবিষ্কার বেতার যোগাযোগে ব্যবহৃত হয় বলে একে রেডিও ওয়েভ বলে। বেতার তরঙ্গ বা ~~অদৃশ্য~~ অদৃশ্য ইলেক্ট্রিক বিকিরণ যা খালি চোখে দেখা যায় না। বেতার তরঙ্গের ~~কম্পাঙ্ক~~ কম্পাঙ্ক দৃশ্যমান আলো থেকে কম (অর্থাৎ 3KHz থেকে 300 GHz)।

বেতার তরঙ্গের রেঞ্জ 300 GHz থেকে 30 Hz পর্যন্ত হতে পারে। 300 GHz রেডিও তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1mm (চালের দানার চেয়ে ছোট); আবার 30 Hz রেডিও তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10000 km. (যা পৃথিবীর ব্যাসার্ধের চেয়ে দীর্ঘ)

বড় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য খুব কম শক্তি সম্পন্ন হয়। এতে অনেকদূর নিয়ে তথ্য পাড়ি নিতে পারে।

অর্থাৎ) সব তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের মধ্যে বেতার তরঙ্গ আলোর গতিতে ভ্রমণ করে।

মাইক্রো ওয়েভ বা অণু তরঙ্গ:

অণুতরঙ্গ মাইক্রো ওয়েভ দ্বারা যে সকল তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ নির্দেশ করা হয় যাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ন্যূনতম 1 mm হতে সর্বোচ্চ 1 m পর্যন্ত এদের কম্পাঙ্ক 3 MHz থেকে 3 GHz এর মধ্যে কিংবা বেশি।

ইনফ্রারেড বা অবলোহিত বিকিরণ: যে সকল তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সীমা 1 মাইক্রো মিটার থেকে 1 mm বিস্তৃত তাদের বলা হয় অবলোহিত বা ইনফ্রারেড (IR) রশ্মি। তড়িৎ চৌম্বক বর্ণালীর অদৃশ্যমান তরঙ্গের কম্পাঙ্ক সীমার মোটামুটি 300 GHz থেকে 4 THz পর্যন্ত

আল্ট্রা ভায়োলেট: যে সকল রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10 nm থেকে 400 nm পর্যন্ত বিস্তৃত তাদেরকে অতিবেগুনি রশ্মি বা আল্ট্রা ভায়োলেট (UV) রশ্মি বলে। এই রশ্মির শক্তি 3 eV থেকে 124 eV পর্যন্ত।

এক্স-রে রশ্মি বা রঞ্জন রশ্মি: এটি ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট অদৃশ্য বৈদ্যুতিক বিকিরণ। এক্স-রে রশ্মির আরেক নাম রঞ্জন রশ্মি। যার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সাধারণত 10 nm থেকে 0.01 nm। সাধারণ আলোর চেয়ে এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম বলে এটি আমাদের চোখে দর্শনের অনুভূতি সৃষ্টি করতে পারে না।

১৮৯৫ সালে নভেম্বর মাসের ৮ তারিখে উইলিয়াম রন্টগেন এই রশ্মি আবিষ্কার করেন। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যত ছোট হয় পদার্থ ভেদ করার ক্ষমতা তত বেশি হয়। চিকিৎসা ক্ষেত্রে (যোগাযোগে) মুক্ত মূত্রানু কারি পরিবর্তন এনেছে এই এক্স-রে রশ্মি বা রঞ্জন রশ্মি।

তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বা তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ: যে তরঙ্গের তড়িৎ ও চৌম্বক উপাংশ রয়েছে তাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে। পদার্থ বিদ্যায় তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ বলে তড়িৎ চৌম্বকীয় ক্ষেত্রের তরঙ্গকে বুঝায়। ~~তড়িৎ~~ তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ এক প্রকার তরঙ্গ যা শক্তি বহন করে। একে E-M radiation বলে।

E-M radiation এর পূর্ণরূপ হচ্ছে, Electromagnetic radiation এর অর্থ তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ।

এ তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য কোন জড় মাধ্যমের প্রয়োজন নেই। তড়িৎ ~~চৌম্বকীয়~~ চৌম্বকীয় তরঙ্গকে স্পন্দিত অনুপ্রস্থ তরঙ্গ রূপে কল্পনা করা হয়, যার পরস্পরের সাথে লম্ব ভাবে অবস্থান করি একটি তড়িৎ এবং একটি ~~চৌম্বক অংশ আছে~~, তড়িৎ অংশ ও চৌম্বক অংশ আছে।

কোন আধান মুক্ত করা স্থির অবস্থায় থাকে

হয় থাকে। একটি তড়িৎ ক্ষেত্র (E) সৃষ্টি-

হয়। আবার কোন আধান মুক্ত করা

যদি সমবেগে ভ্রমণ করতে থাকে তাহলে

তৈরি করার সময়ে চৌম্বক ক্ষেত্র (B) তৈরি

হয়। তড়িৎ ক্ষেত্র এবং চৌম্বক ক্ষেত্র সমন্বয়ে

তৈরি হয় তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ। এই তরঙ্গের

তড়িৎ ক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পরের সাথে লম্ব

ও এরা উভয়ে তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে লম্ব।

ম্যাক্সওয়েলের সূত্র থেকে জানা যায় যে, তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গের দুটি কণা অথবা তড়িৎ ক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্রের বিস্তার যথাক্রমে E_0 এবং B_0 হলে,

$$\frac{E_0}{B_0} = c$$

এখানে, c হলো আলোর দ্রুতি।

$c = 3 \times 10^8 \, ms^{-1}$

আলোকবর্ষ ঃ কোন আলোকরশ্মি এক বছরে কোন মাধ্যমে যে দূরত্ব অতিক্রম করে। তাকে ঐ মাধ্যমের আলোক বর্ষ বলে

আলোর গতিবেগ $= 3 \times 10^8 \, ms^{-1}$

$c \propto \frac{1}{\rho}$

আলোকীয় ঘটনা: আলোর বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ফুটে উঠলে আলোকীয় ঘটনা বলে যেমন: প্রতিফলন, প্রতিসরণ, সমাবর্তন, আবর্তন, বিচ্ছুরণ, বিক্ষেপণ, ব্যতিচার ইত্যাদি।

আলো যখনই এক মাধ্যম থেকে অন্য মাধ্যমে আপতিত হয় তখন প্রথম মাধ্যম থেকে দ্বিতীয় মাধ্যমে যাওয়ার সময় খানিকটা আলো আবার প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে সেটার নাম হচ্ছে প্রতিফলন। খানিকটা আলো দ্বিতীয় মাধ্যমে ঢুকে যেতে পারে সেটা হচ্ছে প্রতিসরণ, আবার খানিকটা আলো শোষিত হয়ে যায় তাকে শোষণ বা বিশোষণ বলে। অষ্টম অধ্যায়ে আমরা আলোর প্রতিফলন এবং নবম অধ্যায়ে আমরা আলোর প্রতিসরণ সম্পর্কে আলোচনা করবো ইনশা আল্লাহ।

CamScanner

১ম মাধ্যম

২য় মাধ্যম

আপতিত রশ্মি

প্রতিসরিত বা সঞ্চারিত রশ্মি

প্রতিফলিত রশ্মি

শোষিত শক্তি / বিক্ষেপিত শক্তি

বিশোষণ : পদার্থ বিজ্ঞানের ভূমি কোন ক্ষেত্রে এক্ষেত্রে বিশোষণ এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে একটি ফোটনের শক্তি অন্য একটি বস্তু দ্বারা শোষিত বা গৃহীত হয়।

অর্থাৎ কোন বস্তু কর্তৃক ফোটনের শক্তি শোষণ করাকে বিশোষণ বলে।

কোন একটি বস্তু শোষণ ক্ষমতা নির্ভর করে ঐ বস্তু কী পরিমাণ আলো শোষণ করতে পারে।

বিক্ষেপণঃ তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের নির্দিষ্ট মাধ্যমে অবস্থিত কণা সমূহের দ্বারা এই তরঙ্গের র বিকিরণের শোষণ এবং বিভিন্ন অভিমুখে শোষণ পূর্ণ বিকিরণের ঘটনাকে বিক্ষেপণ বলে।

আলোর বিক্ষেপণঃ সূর্যের আলো বায়ুমণ্ডলের মধ্যে দিয়ে অতিক্রম করার সময় বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন অণু পরমাণু এবং ভাসমান ধূলিকণা সমূহ ঐ আলো শোষণ করে নিজেরা উত্তেজিত হয় এবং উত্তেজিত কণাগুলি গৌণ বা নিজস্ব উৎস রূপে আচরণ করে। এই শোষিত ঐ আলোকে এলোমেলো ভাবে বিভিন্ন অভিমুখে ছড়িয়ে দেয়। এই ঘটনাকে আলোর বিক্ষেপণ বলে।

আলোর বিক্ষেপণের জন্য আকাশ নীল দেখায়।

CamScanner

আলোর প্রতিফলন: যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে প্রবেশ করলে দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে আপতিত হয়ে যদি পূর্বের মাধ্যমেই ফিরে আসে তবে তাকে আলোর প্রতিফলন বলে।

আলোর প্রতিফলন, প্রকৃতি এবং মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। আপতিত রশ্মি যত নির্মল ভাবে প্রতিফলক তলের উপর পড়বে, আলোর প্রতিফলন তত বেশি হবে।

প্রতিফলক বা আলোক পৃষ্ঠ: যে পৃষ্ঠ থেকে বাধা পেয়ে আলোর রশ্মি প্রতিফলিত হয় তাকে প্রতিফলক বা আলোক পৃষ্ঠ বলে।

আলোর প্রতিফলনের প্রকারভেদ: আলোর প্রতিফলন দুই প্রকার যথা

① নিয়মিত বা সুষম প্রতিফলন।

② অনিয়মিত বা ব্যাপ্ত বা বিক্ষিপ্ত প্রতিফলন।

নিয়মিত প্রতিফলন কাকে বলে?

উ: যখন একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোন তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর প্রতিফলিত রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল থাকে বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয় তখন আলোর এই প্রতিফলনকে নিয়মিত বা সুষম প্রতিফলন বলে।

নিয়মিত প্রতিফলন

অপসৃত

অপসৃত

V

I

O

Y

G

B

R

W

অনিয়মিত প্রতিফলন: যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মি প্রতিফলকের দ্বারা প্রতিফলিত হয়ে অসমান্তরাল হয় অর্থাৎ অভিসারী অথবা অপসারিত রশ্মি গুচ্ছে পরিণত না হয় তবে অনিয়মিত বা ব্যাপ্ত বা বিক্ষিপ্ত প্রতিফলন বলে।

প্রতিফলক পৃষ্ঠ অসমান হলে এরূপ হয়। এক্ষেত্রে সমান্তরাল রশ্মিগুলো প্রতিফলক পৃষ্ঠের বিভিন্ন বিন্দুতে বিভিন্ন কোণে আপতিত হয় বলে তাদের প্রতিফলন কোণও বিভিন্ন হয়।

অনিয়মিত প্রতিফলন

আলোর প্রতিফলন:

N

A

B

m

O

m′

চিত্রে, O হচ্ছে আপাতন রশ্মি

OA ⇒ আপতিত রশ্মি

OB ⇒ প্রতিফলিত রশ্মি

ON ⇒ অভিলম্ব

∠AON ⇒ আপাতন কোণ $= i / \theta_i$

∠BON ⇒ প্রতিফলন কোণ $= r / \theta_r$

mm′ ⇒ প্রতিফলক পৃষ্ঠ

আপতিত রশ্মি: যে রশ্মি প্রতিফলকের উপর এসে পড়ে তাকে আপতিত রশ্মি বলে।

চিত্রে AO হচ্ছে আপতিত রশ্মি।

প্রতিফলিত রশ্মি: প্রতিফলকে বাধা পেয়ে যে রশ্মি আগের মাধ্যমে ফিরে আসে তাকে প্রতিফলিত রশ্মি বলে।

প্রতিফলনের সূত্রাবলি: আলো দুটি সূত্র মেনে প্রতিফলিত হয়।

১ম সূত্র: আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি ও আপতন বিন্দুতে অংকিত প্রতিফলকের উপর অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে

২য় সূত্র: আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ সর্বদা সমান হয়।

অর্থাৎ

$\angle AON = \angle BON$

$\Rightarrow \boxed{i = r}$

দর্পণ: যে মসৃণ পৃষ্ঠে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে।

দর্পণের প্রকারভেদ:

- দর্পণ
  - সমতল দর্পণ
  - গোলীয় দর্পণ
    - উত্তল দর্পণ
    - অবতল দর্পণ

সমতল দর্পণ: যে সমতল মসৃণ পৃষ্ঠে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে সমতল দর্পণ বলে।

M M'

গোলীয় দর্পণ: যে দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠ কোন গোলীয় পৃষ্ঠের অংশ বিশেষ হয়, এবং এতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন হয় তাকে গোলীয় দর্পণ বলে।

অর্থাৎ

প্রতিফলক পৃষ্ঠটি যদি কোন গোলকের অংশবিশেষ হয়, এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে গোলীয় দর্পণ বলে।

গোলীয় দর্পণ দুই প্রকার.

(i) উত্তল দর্পণ

(ii) অবতল দর্পণ

উত্তল দর্পণঃ যে দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠ উত্তল (উঁচু) থাকে, তাকে উত্তল দর্পণ বলে।

উত্তল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব সর্বদা ছোট এবং সোজা হয়।

এক্ষেত্রে গোলকের কেটে নেওয়া অংশের অবতল পৃষ্ঠে পারা লাগিয়ে উত্তল দর্পণ তৈরি করা হয়।

উত্তল দর্পণ

অবতল দর্পণ: যে দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠ অবতল (বিদ্র), তাকে অবতল দর্পণ বলে।

অবতল দর্পণ একটি অভিসারি দর্পণ কেননা, সমান্তরাল আলোক রশ্মি অবতল দর্পণে আপতিত হওয়ার পর, প্রতিফলিত হয়ে একটি বিন্দুতে অভিসারিত হয় বা একে মিলিত হয়।

এক্ষেত্রে গোলকের অংশ নিয়ে অংশের উত্তল পৃষ্ঠে পারা লাগিয়ে অবতল দর্পণ তৈরি করা হয়।

M

M'

অবতল দর্পণ

প্রতিফলক দুরবিন কাকে বলে :

যে দুরবিন অবতল দর্পণ অভিলক্ষ্য হিসাবে ব্যবহার করে তাকে প্রতিফলক দুরবিন বলে।

অংশ

① ~~অভিলক্ষ্য কেন্দ্র~~
   অক্ষ

আপতন বিন্দু : দুটি মাধ্যমের বিভেদ তলের উপর যে বিন্দুতে আলোক রশ্মি আপতিত হয়, ঐই বিন্দুকে আপতন বিন্দু বলে।

O

চিত্র : O বিন্দু হচ্ছে আপতন বিন্দু।

অভিলম্ব: কোন আলোর রশ্মি প্রতিফলক তলের উপর আপতিত হলে, আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত লম্বকে অভিলম্ব বলে।

N

O

চিত্র, ON হচ্ছে অভিলম্ব।

প্রতিফলক তল: আলোর রশ্মি যে তলের উপর আপতিত হয়ে প্রতিফলন ঘটায় তাকে প্রতিফলক তল বলে।

M M'

চিত্রে MM' হলো প্রতিফলক তল।

আপতন কোণ: আপতিত আলোক রশ্মি অভিলম্বের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে আপতন কোণ বলে।

চিত্রে, $\angle AON = i$ হচ্ছে আপতন কোণ।

প্রতিফলন কোণ: প্রতিফলিত রশ্মি অভিলম্বের সাথে যে কোণ উৎপন্ন হয় তাকে প্রতিফলন কোণ বলে।

চিত্রে, $\angle BON = r$ হচ্ছে প্রতিফলন কোণ।

* দুইটি সমতল দর্পণ পরস্পর ৯০° কোণ করে আছে; তাদের একটি দর্পণে ৩০° কোণে রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মি কিরূপ হবে।

আপতিত রশ্মি ও প্রতিফলিত রশ্মি পরস্পর সমান্তরাল হবে।

প্রতিবিম্ব: কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় তাহলে ওই দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

একটি বস্তু হলো অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি। ফলে বিন্দুর মতো বস্তুরও প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

প্রতিবিম্বের প্রকারভেদ: প্রতিবিম্ব দুই প্রকার। যথা—

1. বাস্তব বা সদ প্রতিবিম্ব
2. অবাস্তব বা অসদ প্রতিবিম্ব

বাস্তব প্রতিবিম্ব: কোন বিন্দু উৎস থেকে আগত আলোকরশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়ে যদি অন্য কোন বিন্দুতে মিলিত হয়, তবে ওই দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। যেমন: উত্তল লেন্স দ্বারা গঠিত প্রতিবিম্ব বাস্তব হয়।

অবাস্তব প্রতিবিম্ব: কোন বিন্দু উৎস থেকে আগত আলোকরশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়ে যদি অন্য কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তবে ওই দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। যেমন: সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব অবাস্তব হয়।

বাস্তব এবং অবাস্তব প্রতিবিম্বের মধ্যে পার্থক্য

বাস্তব প্রতিবিম্ব	অবাস্তব প্রতিবিম্ব
কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হলে বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।	কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পরে দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে দ্বিতীয় বিন্দুতে অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।
প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত আলোক রশ্মির প্রকৃত মিলনের ফলে বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।	অবাস্তব প্রতিবিম্বের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত রশ্মিগুলোর প্রকৃত মিলন হয় না।
বাস্তব প্রতিবিম্ব চোখে দেখা যায় এবং পর্দায়ও ফেলা যায়।	অবাস্তব প্রতিবিম্ব চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না।
বাস্তব প্রতিবিম্ব অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্সে তৈরি হয়।	অবাস্তব প্রতিবিম্ব সব রকম দর্পণ ও লেন্সে উৎপন্ন হয়।

প্রতিচ্ছবি বা প্রতিকৃতি: কোনও আলোক উৎসের আলো একটি সরু ছিদ্রের মধ্য দিয়ে গিয়ে কোনও পর্দার ওপর পড়লে, পর্দায় আলোকিত অংশের আকৃতি বা গঠন, আলোক উৎসের মতো হয়। একে আলোক উৎসটির প্রতিচ্ছবি বা প্রতিকৃতি বলে।

এই পদ্ধতিতে সূচীছিদ্র ক্যামেরার সাহায্যে একটি বাতির শিখার প্রতিচ্ছবি গঠিত হয়। সূচীছিদ্র ক্যামেরায় প্রতিকৃতি উৎপন্ন হওয়ার সময় আলোকরশ্মির প্রতিফলন বা প্রতিসরণ হয় না। এ জন্য সূচীছিদ্র ক্যামেরায় গঠিত প্রতিকৃতিকে প্রতিবিম্ব বলা যায় না।

সমতল দর্পণে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে প্রতিবিম্বের স্থান দূরত্ব

অথবা,

প্রমাণ কর যে সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তু যতটা সামনে থাকে প্রতিবিম্ব ততটা পিছনে থাকে।

অথবা,

প্রমাণ কর যে সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তু ও প্রতিবিম্বের দূরত্ব সর্বদা সমান।

মনে করি, AB একটি সমতল দর্পণের সামনে X বিন্দু অবস্থিত। X থেকে একটি আলোক রশ্মি লম্বভাবে দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে পুনরায় ঐ পথেই প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি X' বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। আবার বস্তু X থেকে পুনরায় আরও একটি আলোক রশ্মি দর্পণের O বিন্দুতে আপতিত হয়ে OR প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি X' বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।

সুতরাং X'-ই হচ্ছে X এর অসদ প্রতিবিম্ব।

<u>প্রমাণ:</u>

ΔXOP এবং $X'OP$ এর—

$\angle XPO = \angle X'PO$

আবার—

প্রতিফলনের সূত্রানুসারে—

$i = r$

$\angle XOM = \angle NOR$.

$\therefore \angle xOP = \angle ROA$ ——— (i)

আবার

$\angle ROA =$ বিপ্রতীপ $\angle x'OP$ ——— (ii)

(i) ও (ii) হতে—

$\angle xOP = \angle x'OP$

আবার—

ΔxOP এবং $\angle x'OP$ সাধারণ বাহু হলো OP

$\therefore \Delta xOP \cong \Delta x'OP$

$\therefore xP = x'P$ (প্রমাণিত)

CS CamScanner

সমতল দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু :

মনে করি,

MM' একটি সমতল দর্পণের সামনে PQ একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু। লক্ষ্যবস্তুর Q বিন্দু থেকে দর্পণের A বিন্দুতে একটি আলোর রশ্মি আপতিত হয়ে AO রশ্মি বরাবর প্রতিফলিত হয়।

দর্পণের পিছনে AO রশ্মি Q' বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়।

আবার, লম্বভাবে P বিন্দু থেকে PB আলোকরশ্মি দর্পণের B বিন্দুতে আপতিত হয়ে BO বরাবর প্রতিফলিত হয়। দর্পণের পিছনে P' বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়।

P' ও Q' বিন্দুদ্বয়কে সংযুক্ত করি। তাহলে, P'Q' -ই হচ্ছে PQ এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

CamScanner

পূর্ণদৈর্ঘ্য প্রতিবিম্ব দেখার জন্য সমতল দর্পণ বা আয়নার দৈর্ঘ্য :

দর্পণের উচ্চতা $= \frac{1}{2} \times$ দর্শকের উচ্চতা

HEF একজন দর্শক। H তার মাথা, E চোখ এবং F পায়ের পাতা। MN দর্শকের সামনে একটি দর্পণ (চিত্র ১০.৯)। এই দর্পণে নিজের পূর্ণ বিম্ব দেখতে হলে H ও F থেকে আলোক রশ্মি দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে দর্শকের চোখ E-তে পৌঁছাতে হবে। এখন বিম্ব গঠনের সূত্রানুসারে $HF = H_1F_1$ এবং $HM = H_1M$ ও $FN = F_1N$

এবার H_1E ও F_1E যোগ করা হল। এগুলো দর্পণকে যথাক্রমে P ও Q বিন্দুতে ছেদ করে। HP ও FQ যোগ করা হল। দর্শকের মাথার বিন্দু H থেকে রশ্মি দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে H_1 বিম্ব গঠন করে। একইভাবে F থেকে আলোক রশ্মি দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে F_1 বিম্ব গঠন করে। সুতরাং FH দর্শকের সম্পূর্ণ বিম্ব দেখতে হলে দর্পণের দৈর্ঘ্য PQ হওয়া প্রয়োজন।

এখন, HH_1E ত্রিভুজে HH_1 বাহুর মধ্যবিন্দু M। HE ও MP সমান্তরাল। সুতরাং P হল H_1E বাহুর মধ্যবিন্দু। একইভাবে F_1FE ত্রিভুজের EF_1 বাহুর মধ্যবিন্দু Q।

এখন H_1EF_1 ত্রিভুজের EH_1 ও EF_1 বাহুর মধ্যবিন্দু যথাক্রমে P ও Q। আবার $PQ \parallel H_1F_1$

সুতরাং $PQ = \frac{1}{2} H_1F_1 = \frac{1}{2} HF$

$\therefore$ দর্পণের দৈর্ঘ্য $= \frac{1}{2} \times$ দর্শকের উচ্চতা

বক্রতার কেন্দ্র: যে কোন গোলীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ তার কেন্দ্রকে বক্রতার কেন্দ্র বলে।

চিত্রে, O বিন্দু হচ্ছে বক্রতার কেন্দ্র।

মধ্যবিন্দু বা মেরুবিন্দু বা মেরু: গোলীয় দর্পণের প্রতিফলক তলের মধ্য বিন্দুকে মেরু বলে।

চিত্রে, A হচ্ছে দর্পণের মেরু।

বক্রতার ব্যাসার্ধ: গোলীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ তার ব্যাসার্ধকেই ঐ গোলীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ।

চিত্রে, O A হচ্ছে বক্রতার ব্যাসার্ধ
AK (R) র দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

CS CamScanner

প্রধান অক্ষ: গোলীয় দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র ও মেরুর সংযোজক সরল রেখাকে প্রধান অক্ষ বলে।

চিত্রে, OA হচ্ছে প্রধান অক্ষ

উন্মেষ: গোলীয় দর্পণের প্রধান ছেদের প্রান্ত বিন্দু দুটির দূরত্বকে ঐ দর্পণের উন্মেষ বলে। অথবা দৈর্ঘ্যকে উন্মেষ বলে।

চিত্রে, mAm' দর্পণের mm' সংযোগ রেখার দৈর্ঘ্যই হচ্ছে উন্মেষ।

কৌণিক বিস্তার: কোন দর্পণের প্রান্ত বিন্দু দ্বয় কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে দর্পণের কৌণিক বিস্তার বলে।

চিত্রে, ∠m'Om ই হলো দর্পণের কৌণিক উন্মেষ হলো।

মুখ্য ফোকাস বা ফোকাস বিন্দু: একগুচ্ছ সমান্তরাল রশ্মি কোন গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সাথে সমান্তরালে আপতিত হলে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রধান অক্ষের উপরে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে মিলিত হয় এবং উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রধান অক্ষের উপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, ঐ নির্দিষ্ট

বিন্দু থেকে দর্পণের মুখ্য ফোকাসের বা
ফোকাস বিন্দু বলে। একে প্রতীক f দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

চিত্রে f হলো ফোকাস বিন্দু বা মুখ্য
ফোকাস।

ফোকাস তল : গোলীয় দর্পণের মুখ্য ফোকাস বিন্দু দিয়ে ঐ দর্পণের প্রধান অক্ষের সঙ্গে লম্ব ভাবে যে কাল্পনিক তল হয় তাকে ফোকাস তল বলে।

চিত্রে, abcd তলটি হয়েছে ফোকাস তল

গৌণ ফোকাস : সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ যদি প্রধান অক্ষের সাথে আনত ভাবে কোন গোলীয় দর্পণে আপতিত হয়, তবে প্রতিফলনের পর প্রতিফলিত রশ্মি ফোকাস তলের উপরস্থ কোন বিন্দুতে মিলিত হয়। অথবা ফোকাস তলের কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় এক্ষেত্রে ফোকাস তলের উপরস্থ ঐ বিন্দুটিকে

গৌণ ফোকাস বলে

চিত্রে g হচ্ছে গৌণ ফোকাস।

ফোকাস দূরত্ব বা ফোকাস দৈর্ঘ্য: দর্পণের মেরু বিন্দু থেকে মুখ্য ফোকাস বিন্দুর দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বা ফোকাস দৈর্ঘ্য বলে।

একে (F) দ্বারা প্রকাশ করা হয়

ফোকাস দূরত্ব f এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ r হলে

$$f = \frac{r}{2}$$

উপাক্ষীয় রশ্মি: যে সকল রশ্মি গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সাথে খুব ক্ষুদ্র কোণে এবং দর্পণের মেরুর খুব নিকটবর্তী কোণে আপতিত হয় তাদের উপাক্ষীয় রশ্মি বলে।

চিত্রে, CD রশ্মিটি হচ্ছে উপাক্ষীয় রশ্মি।

প্রান্তিক রশ্মি: যে সকল রশ্মি গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সাথে বড় কোণে এবং দর্পণের মেরু থেকে দূরে অর্থাৎ দর্পণের প্রান্তে আপতিত হয় তাদের প্রান্তিক রশ্মি বলে।

চিত্রে PQ রশ্মিটি হলো প্রান্তিক রশ্মি

CamScanner

গৌণ অক্ষ: গোলীয় দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র ও দর্পণের উপরস্থ মেরু ভিন্ন অন্য কোন বিন্দুর সংযোজক সরল রেখাকে গৌণ অক্ষ বলে।

চিত্রে AB হচ্ছে গৌণ অক্ষ।

নোট

যখন প্রতিবিম্ব অবাস্তব হয় তখন প্রতিবিম্বের দূরত্ব ঋণাত্মক হয়।

আবার,

যখন প্রতিবিম্ব বাস্তব হয় তখন প্রতিবিম্বের দূরত্ব ধনাত্মক হয়।

গোলীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ r এবং ব্যাসার্ধ f হলে ,

$$f = \frac{r}{2}$$

m এবং c যোগ করি, যেহেতু c হলো বৃত্তের কেন্দ্র দর্পনের জন্য cm একটি অভিলম্ব।

আপতন কোণ $i = \angle Amc$.

r : আপতন কোণের সমান করে প্রতিফলিত কোণ $r = \angle cmf$ অঙ্কন করলে প্রতিফলিত রশ্মি mf পাওয়া যায়। প্রতিফলনের সূত্রানুসারে,

$i = r$

$\Rightarrow \angle Amc = \angle cmf$ ---- (i)

$Am \parallel cp$ এবং cm তাদের ছেদক

$\angle Amc =$ একান্তর $\angle mcf$ ---- (ii)

(i) ও (ii) হতে পাই

$\angle cmf = \angle mcf$

অর্থাৎ $\triangle mcf$ এর

$\angle cmf = \angle mcf$

অবতল দর্পণের সাহায্যে,
ফোকাস দূরত্ব ও বক্রতার ব্যাসার্ধের সম্পর্ক নির্ণয় করো।
অথবা, $f = \frac{r}{2}$ সম্পর্কটি প্রতিপাদন করো।

H
O
r
i
A
M
$CF = r$
P
$PF = f$
F
C
$\triangle CMF$
M'

মনে করি, NPM' একটি অবতল দর্পণ,

CP এর বক্রতার ব্যাসার্ধ।

CP এর খুব নিকটে M বিন্দুতে AM

রশ্মি দর্পণে আপতিত

হয়।

C, M বিন্দু যোগ করে O পর্যন্ত

বর্ধিত করি,

যেহেতু CM বক্রতার ব্যাসার্ধ তাই

M বিন্দুতে OM -ই অংকিত

অভিলম্ব।

∴ আপতন কোণ, $i = \angle AMO$.

আপতন কোণের সমান হয়

প্রতিফলন কোণ $r = OMH$ অংকন

করলে MH প্রতিফলিত রশ্মিটি

(i) ও (ii) হতে পাই,

$\angle AMO = \angle CMF$ —— (iii)

আবার, $AM \parallel PC$, OC তাদের ছেদক

$\therefore \angle AMO =$ অনুরূপ $\angle MCF$ —— (iv)

(iii) ও (iv) থেকে পাই,

$\angle CMF = \angle MCF$ —— (v)

অতএব $MF = CF$ [∵ ত্রিভুজের দুইটি কোণ সমান হলে তাদের বিপরীত বাহুদ্বয় পরস্পর সমান]

M, P, N দর্পণ হতে উল্লেখ বিন্দুটি ছাড়া অর্থাৎ M ও P বিন্দু দুইটি নিকটবর্তী হওয়ায়,

$MF = PF$ —— (vi) প্রায় হয়।

(v) ও (vi) থেকে পাই,

$\therefore CF = PF$ —— (vii)

অর্থাৎ CP এর মধ্যবিন্দু F.

$\therefore CP = CF + PF$

$\Rightarrow CP = PF + PF$ [(vii) থেকে]

$\Rightarrow CP = 2PF$

$\Rightarrow PF = \frac{CP}{2}$

$\Rightarrow -f = \frac{-r}{2}$

এখানে,

$PF = -f$

$CP = -r$

$$\therefore f = \frac{r}{2}$$

(প্রমাণিত)

দর্পণে রশ্মিচিত্র :

(i) আলোক রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হওয়ার পর প্রতিফলিত রশ্মি প্রধান ফোকাস বরাবর প্রতিফলিত হয়।

(ii) আলোক রশ্মি প্রধান ফোকাস বরাবর দর্পণে আপতিত হওয়ার পর, প্রধান অক্ষের সমান্তরালে প্রতিফলিত হয়।

(iii) আলোক রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র বরাবর দর্পণে আপতিত হওয়ার পর পুনরায় সেই পথেই প্রতিফলিত হয়।

CamScanner

অবতল দর্পণে বিম্ব গঠন ঃ

মনে করি, mhm' একটি অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষ Oh. এবং বক্রতার কেন্দ্র O এর বাইরে বিস্তৃত বস্তু PQ অবস্থিত।

লক্ষ্য বস্তু P বিন্দু থেকে একটি আলোক রশ্মি বক্রতার কেন্দ্রগামী দর্পণের A বিন্দুতে আপতিত হলে পুনরায় AP সরল রেখা বরাবর প্রতিফলিত হবে।

P বিন্দু থেকে আরও একটি আলোক রশ্মি দর্পণের ফোকাস বিন্দু বরাবর B বিন্দুতে আপতিত হলে প্রধান অক্ষের BQ সরল রেখা বরাবর প্রতিফলিত হবে।

প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় P' বিন্দুতে মিলিত হয়। P' থেকে প্রধান অক্ষের উপর অংকিত লম্ব P'Q' ই হলো PQ লক্ষ্যবস্তুর বাস্তব উল্টো ও ছোট প্রতিবিম্ব

* অবতল দর্পণে অবাস্তব প্রতিবিম্ব কিভাবে পাওয়া যায়?

অথবা,

অবতল দর্পণে কোথায় লক্ষবস্তু স্থাপন করলে প্রতিবিম্বের প্রকৃতি অবাস্তব হয়।

M
Q′
Q
f
A
P
O
P′
M′

অবতল দর্পণের ফোকাস বিন্দু ও মেরুর মাঝে লক্ষ্যবস্তু রাখলে প্রতিবিম্ব অবাস্তব হয় এবং প্রতিবিম্বের প্রকৃতি অবাস্তব হয়।

CamScanner

mm' একটি অবতল দর্পণ। O বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান-
ফোকাস এবং A দর্পণের মেরু। P,Q লম্ববস্তু দর্পণের
সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে প্রধান ফোকাস
এবং মেরুর মধ্যে চিত্রে অবস্থিত।

Q বিন্দু থেকে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে
আপতিত হলে ~~আপতিত রশ্মি~~ প্রধান ফোকাসের
মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হয় এবং অপর একটি রশ্মি
বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে
প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়।
প্রতিফলনের পরে রশ্মি দুইটি পরস্পর অপসারিত
রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুইটিকে পিছনের দিকে
এরা Q' বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়, রশ্মি
~~দুইটিকে~~ অর্থাৎ Q' বিন্দুই হলো Q বিন্দুর বাস্তব
প্রতিবিম্ব। Q বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর
অঙ্কিত Q'P' লম্বই হলো লম্ব বস্তু QP এর
বাস্তব প্রতি-বিম্ব

অবতল দর্পনের ক্ষেত্রে ছয় অবস্থানে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব:

লক্ষ্যবস্তু যখন বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে;

তখন প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় ছোট, উল্টো ও বাস্তব হয়।

লক্ষ্যবস্তু যখন বক্রতার কেন্দ্রের উপরে।

তখন প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সমান, উল্টো ও বাস্তব হয়। এবং প্রতিবিম্বের অবস্থান বক্রতার কেন্দ্রের উল্টো পাশে হয়।

লক্ষ্যবস্তু যখন বক্রতার কেন্দ্র ও ফোকাসের ভিতরে!

f

O

তখন প্রতিবিম্ব বাস্তব, উল্টো ও লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় বড় হয়।

লক্ষ্যবস্তু যখন ফোকাসের উপরে :

তখন প্রতিবিম্ব অবাস্তব, সোজা ও লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় বড় হয়।

লক্ষ্যবস্তু যখন মেরু ও ফোকাসের ভিতরে;

তখন প্রতিবিম্ব অবাস্তব, সোজা ও লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় বড় হয়।

লক্ষ্যবস্তু যখন অসীমে

লক্ষ্য বস্তু অসীমে থাকলে

অসীম থেকে আলোক রশ্মি অবতল দর্পণে আপতিত হয়ে ফোকাস বিন্দু দিয়ে ফোকাস বিন্দুর দিকে মিলিত হয়।

অসীম থেকে আসা লক্ষ্য বস্তুর প্রতিবিম্ব সর্বদা ছোট হয়। এবং ফোকাসে প্রতিবিম্ব গঠন করে।

অবস্থানের উপর নির্ভর করে অবতল দর্পণে প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য।

A

P_4 P_3 P_2 P_1 P

f

Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 Q

অসদ্ প্রতিবিম্ব

বাস্তব প্রতিবিম্ব

লক্ষ্য বস্তুর অবস্থান

বড় ← প্রতিবিম্বের অবস্থান → ছোট

সোজা

উল্টো

অবতল দর্পণ

উত্তল দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু

মনে করি, MAM' একটি উত্তল দর্পণ। প্রধান অক্ষ An বরাবর কেন্দ্রের O ~~বাইরে প্রধান উপরের~~ বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে প্রধান উপরে PQ একটি বিস্তৃত লক্ষ্য বস্তু।

লক্ষ্য বস্তু P বিন্দু থেকে একটি আলোক রশ্মি যে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পণের B বিন্দুতে আপতিত হয়ে BD বরাবর প্রতিফলিত হয়।

BD রশ্মি প্রধান ফোকাস f বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়।

লক্ষ্য বস্তু f P বিন্দু থেকে অপর একটি আপতিত রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র বরাবর দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হলে একই পথেই ফিরে যায়। প্রতিফলিত রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র O বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়।

অপসৃত রশ্মি দুটি P' বিন্দুতে মিলিত হয়। P' থেকে প্রধান অক্ষের উপর অংকিত লম্ব P'Q' ই হচ্ছে PQ এর অবাস্তব, আকারের ছোট এবং সোজা প্রতিবিম্ব।

CamScanner

লক্ষ্য বস্তুর ও প্রতিবিম্বের দূরত্ব এবং ফোকাস দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়

OR, $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ সমীকরণের প্রতিপাদন :

প্রথম নিয়ম :

প্রমাণ বিন্যাস :

$\triangle ABF$ এবং $\triangle DRF$ এ

$\angle ABC = \angle FDR = 90^0$

আবার,

$\angle AFB =$ বিপ্রতীপ $\angle DFR$

আবার, $AB \parallel DR$, AR তাদের ছেদক

$\therefore \angle BAF =$ একান্তর $\angle DRF$

$\therefore \triangle ABF$ সদৃশ $\triangle DRF$

$$\therefore \frac{AB}{DR} = \frac{BF}{DF} = \frac{AF}{FR}$$

$$\therefore \frac{H_0}{H_i} = \frac{BD - DF}{DF}$$

$$\Rightarrow \frac{H_0}{H_i} = \frac{u - f}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{H_i}{H_0} = \frac{f}{u - f} \longrightarrow (1)$$

এখানে

বস্তু থেকে দর্পণের দূরত্ব ধরি $BD = u$

দর্পণ থেকে ফোকাস দূরত্ব ধরি $DF = f$

$\triangle QDF$ এবং $\triangle FPE$ এ-

$\angle QDF = \angle FPE = 90^\circ$

আবার,

$\angle DFQ =$ বিপ্রতীপ $\angle EFP$

আবার, $DQ \parallel EP$; EQ তাদের ছেদক

$\angle DQF =$ একান্তর $\angle FEP$

$\therefore \triangle QDF$ সদৃশ $\triangle FPE$

$$\therefore \frac{DQ}{EP} = \frac{DF}{PF} = \frac{QF}{PE}$$

$$\Rightarrow \frac{H_i}{H_o} = \frac{DP - PF}{PF}$$

এখানে, [illegible] হলে [illegible]

$DP = v$

$PF = f$

$$\Rightarrow \frac{H_i}{H_o} = \frac{v-f}{f} \quad \text{——— (ii)}$$

(i) ও (ii) হতে পাই—

$$\frac{f}{v-f} = \frac{v-f}{f}$$

$$\Rightarrow f^2 = uv - uf - vf + f^2$$

$$\Rightarrow f^2 - f^2 = uv - uf - vf$$

$$\Rightarrow uv - uf - vf = 0$$

$$\Rightarrow uv = uf + vf$$

$$\Rightarrow \frac{uv}{uvf} = \frac{uf + vf}{uvf}$$ [উভয় পক্ষকে uvf দ্বারা ভাগ করি–

$$\Rightarrow \frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf}$$

$$= \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

$$= \boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}}$$ (Proved)

এখন বস্তুর দূরত্ব ও প্রতিবিম্বের দূরত্ব এবং ফোকাস দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয়।

অতএব, $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ সমীকরণটি প্রতিপাদন করা।

২য় নিয়ম

প্রতিফলন রশ্মিগুলো প্রধান অক্ষের উপর p বিন্দুতে মিলিত হয়।

তাহলে p-ই হলো s বস্তু বিন্দুর সদ প্রতিবিম্ব

এখানে

মেরু বিন্দু হতে লক্ষ্য বস্তুর দূরত্ব $OS = u$

মেরু বিন্দু হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব $OP = v$

আর, মেরু থেকে বক্রতার কেন্দ্রের দূরত্ব $OC = R$ যা বক্রতার ব্যাসার্ধ।

আবার

মেরু বিন্দু হতে ফোকাস বিন্দুর দূরত্ব $OF = f$ যা ফোকাস দূরত্ব। প্রমাণ করতে হবে,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$\triangle SMC$ এর বহিঃস্থ

$\angle MCO = \angle CMS + \angle CSM$

$\Rightarrow \beta = i + \alpha$

আবার $\Rightarrow i = \beta - \alpha$ ——(i)

[কোনো ত্রিভুজের বহিঃস্থ কোণ অন্তঃস্থ তার বিপরীত অন্তঃস্থ কোণদ্বয়ের সমষ্টির সমান।]

$\triangle PMC$ এর বহিঃস্থ

$\angle MPO = \angle PMC + \angle MCO$

$\gamma = r + \beta$

$\Rightarrow r = \gamma - \beta$ ——(ii)

এখানে প্রতিফলনের সূত্রানুসারে

$i = r$

$\Rightarrow \beta - \alpha = \gamma - \beta$ [(i) ও (ii) হতে]

$\Rightarrow \gamma + \alpha = \beta + \beta$

~~$\Rightarrow \tan(\gamma + \alpha = \beta + \beta)$ নিয়ে~~

$\Rightarrow \tan\gamma + \tan\alpha = \tan\beta + \tan\beta$ [উভয় পক্ষে tan ক্রিয়া করে]

$\Rightarrow \tan\gamma + \tan\alpha = 2\tan\beta$

$$\Rightarrow \frac{MO}{OP} + \frac{MO}{OS} = \frac{2MO}{OC}$$

$$\Rightarrow MO\left(\frac{1}{OP} + \frac{1}{OS}\right) = \frac{2MO}{OC}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{OP} + \frac{1}{OS} = \frac{2}{OC}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r} \quad \text{——— (iii)}$$

এখানে প্রতিবিম্বের দূরত্ব $OP = v$
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব $OS = u$
বক্রতার ব্যাসার্ধ $OC = r$

আবার,

গোলীয় দর্পণ ও বক্রতার ব্যাসার্ধের সম্পর্ক থেকে পাই—

$$f = \frac{r}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{r} \quad \text{——— (iv)}$$

সমীকরণ (iii) ও (iv) হতে পাই—

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}}$$

(প্রমাণিত)

বিবর্ধনঃ এর তিনটি সংজ্ঞা দেয়া যায়—

1. প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য বা উচ্চতা ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য বা উচ্চতার অনুপাতকে বিবর্ধন বলে।
2. প্রতিবিম্বের আকার ও লক্ষ্যবস্তুর আকারের অনুপাতকে বিবর্ধন বলে।
3. প্রতিবিম্বের দুরত্ব ও লক্ষ্যবস্তুর দুরত্বের অনুপাতকে বিবর্ধন বলে।

বিবর্ধনকে m দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইহা একই জাতীয় রাশির অনুপাত হওয়ায় এর কোনো একক নেই। বিবর্ধনের মান সর্বদা ধনাত্মক নেয়া হয়। অর্থাৎ বিবর্ধন = |m|

প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য l' ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য l হলে,

বিবর্ধন, $m = \frac{l'}{l}$

অথবা, প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য H_i এবং লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য H_o হলে,

$$m = \frac{H_i}{H_o}$$

এখন, যেহেতু হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব V এবং লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব U হলে,

বিবর্ধন, $m = \frac{V}{U}$

এখানে, $V \Rightarrow$ বাস্তব প্রতিবিম্বের ধনাত্মক দূরত্ব।

$U \Rightarrow$ লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব।

আবার,

অবাস্তব প্রতিবিম্ব তথা অসদ প্রতিবিম্বের ঋণাত্মক দূরত্বও আছে,

$$m = (-ve)\ \frac{-V}{U}$$

অথবা, $m = \left|\frac{V}{U}\right|$

∴ $m = \frac{v}{u}$ সমীকরণটি প্রতিপাদন করে।

Or, বিবর্ধনের সাথে প্রতিবিম্ব ও লক্ষ্যবস্তুর দূরত্বের সম্পর্ক নির্ণয় করো।

$\triangle POQ$ এবং $\triangle P'OQ'$ এ,

~~∠PQO~~

$\angle PQO = \angle PQ'O = 90^\circ$

আবার প্রতিফলনের সূত্রানুসারে,

$\angle POQ = \angle Q'OP'$

অবশিষ্ট,

$\angle OPQ = \angle OP'Q'$

$\therefore \triangle POQ$ সদৃশকোণী $\triangle P'OQ'$.

$$\frac{PQ}{P'Q} = \frac{QO}{Q'O} = \frac{PO}{P'O}$$

$$\Rightarrow \frac{H_o}{H_i} = \frac{U}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{H_i}{H_o} = \frac{V}{U}$$

$$\Rightarrow m = \frac{V}{U}$$ (প্রমাণিত)

এখানে
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $OQ = U$
প্রতিবিম্বের দূরত্ব $OQ = V$
$\frac{H_i}{H_o} = m$

এখন, বিবর্ধনের মানের উপর নির্ভর করে প্রতিবিম্ব খর্বিত কিংবা বিবর্ধিত হয়।

বিবর্ধন $= m$ হলে,

- $m = 1$ হলে প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সমান।
- $m > 1$ তবে, প্রতিবিম্ব বিবর্ধিত হয়।
- $m < 1$ তবে, প্রতিবিম্ব খর্বিত হয়।

বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব : প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1 এর চেয়ে বড় হলে প্রতিবিম্বটিকে বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব বলে।

খর্বিত প্রতিবিম্ব : প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1 এর চেয়ে ছোট হলে প্রতিবিম্বটিকে খর্বিত প্রতিবিম্ব বলে।

ঝ

সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে আপতিত রশ্মির দিক অপরিবর্তিত রেখে দর্পণকে যে কোণে ঘুরিয়ে দেওয়া হয়, প্রতিফলিত রশ্মি তার দ্বিগুণ কোণে ঘুরিয়ে যায়। (প্রমাণ কর)

→

মনে করি, mm' একটি সমতল দর্পণের O বিন্দুতে AO রশ্মি আপতিত হয়ে OB বরাবর প্রতিফলিত হয়,

চিত্রানুসারে

$\angle AOH = i$

$\angle BOH = r$

$\therefore \angle AOB = \angle BOH + \angle BOH$

$= i + r$ [প্রতিফলনের সূত্রানুসারে $i = r$]

$= i + i$

$= 2i$

এখন দর্পণকে θ কোণে ঘুরিয়ে

~~NS~~

NN' অভিলম্ব রেখার সাপেক্ষে,

চিত্রানুসারে,

$\angle AOH' = i + \theta$

$\angle B'OH = r + \theta$

এখানে,

$$AOB' = i + \theta + r + \theta$$

$$= i + \theta + i + \theta$$

$$= 2i + 2\theta$$

$$\therefore \angle AOB' = AOB' - AOB$$

$$= 2i + 2\theta - 2i$$

$$= 2\theta$$

অর্থাৎ সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে আপতিত রশ্মির দিক অপরিবর্তিত রেখে দর্পণের যে কোণ ঘুরালে হয় প্রতিফলিত রশ্মি তার দ্বিগুণ কোণে ঘুরিয়ে যায়।

দর্পণের ব্যবহার

সমতল দর্পণের ব্যবহার:

(i) সমতল দর্পণের সাহায্যে অবস্থানভেদে আমরা আমাদের চেহারা দেখি

(ii) চোখের ডাক্তার রোগীর দৃষ্টি শক্তি পরীক্ষা করার জন্য বর্ণমালা চার্টের সুবিধার্থে সমতল দর্পণ ব্যবহার করে থাকেন

(iii) সমতল দর্পণ ব্যবহার করে পেরিস্কোপ তৈরি করা হয়

(iv) গাড়িতে চালকের কাছে দুর্ঘটনা এড়াতে ইহা ব্যবহার করা হয়.

(v) বিভিন্ন আলোকিক যন্ত্রপাতি যেমন- পেরিস্কোপ ওভারহেড প্রজেক্টর, টেলিস্কোপ তৈরি করতে সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

(vi) নাটক সিনেমা ইত্যাদি স্যুটিং এবং অভিনয়ে সমতল দর্পণ দিয়ে আলোর প্রতিফলিত

করে কোন স্থানে উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি করেছে,

অবতল দর্পণের ব্যবহার:

(i) সুবিধা জনক আকৃতির অবতল দর্পণ ব্যবহার করে আলোকরশ্মির বিকেন্দ্রিত হয় এবং সোজা প্রতিবিম্ব তৈরি করা হয়, এতে কর্মী এবং দাড়ি কাটার সুবিধা হয়।

(ii) দন্ত চিকিৎসায় দাঁত অবতল দর্পণ ব্যবহার করেন,

(iii) প্রতিফলক হিসাবে অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়, যেমন, টর্চলাইট, সার্চলাইট বা গাড়ির হেড লাইটে অবতল দর্পণ ব্যবহার করে আলো নির্গমন করা হয়,

(iv) অবতল দর্পণের সাহায্যে আলোকের শক্তি, তাপ শক্তি ইত্যাদি কেন্দ্রীভূত করে কোন বস্তুকে উত্তপ্ত করতে বা আগুন জ্বালানোর জন্য ব্যবহার করা হয়, এ কারণে এটি...

সৃজনশীল প্রশ্ন নং ৩৮

M

S

M'

mm' একটি সমতল দর্পণের সামনে, S একটি লক্ষ্যবিন্দু অবস্থিত।

(ক) সমতল দর্পণ কাকে বলে?

(খ) সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকে লক্ষ্যবিন্দুর প্রতিবিম্ব রশ্মিচিত্র সহ অংকন করে বর্ণনা কর।

(ঘ) দেখাও যে সমতল দর্পণের যতটুকু সামনে লক্ষ্যবস্তু থাকে দর্পণের পিছে ততটুকু পিছনে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

সৃজনশীল প্রশ্ন নং- ৩৭

একটি অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 3 cm. এর 4 cm দূরে একটি দন্ড রাখা হলো।

(ক) অবতল দর্পণ কাকে বলে?

(খ)

(গ) দর্পণের সামনে থাকা বস্তু দন্ডটির রশ্মিচিত্র সহ প্রতিবিম্ব অংকন এবং বর্ণনা করো।

(ঘ) দন্ডটির প্রতিবিম্ব অবস্থান দর্পণের কতটুক সামনে গঠিত হয় তা গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো।

সৃজনশীল সমাধান - ৬৫

ক) যে সমতল মসৃণ পৃষ্ঠে আলো নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে সমতল দর্পণ বলে।

খ) সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য কয়েকটা লেখা হলো।

(i) দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্ব ও বস্তুর দূরত্ব সমান

(ii) বিম্ব ও বস্তু যে সরল রেখায় অবস্থিত তাকে লম্ব ছেদ করে,

(iii) বিম্ব অবাস্তব ও সোজা হবে,

(iv) বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন ঘটে,

(v) বিম্বের আকার বস্তুর আকারের সমান হবে,

প্রতিফলিত রশ্মিগুলো দর্পণের পিছনে বর্ধিত করলে S' বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।

অতএব S' ই হলো লক্ষ্যবস্তু S এর প্রতিবিম্ব।

ঘ)

মনে করি, M M' একটি সমতল দর্পণের সামনে S লক্ষ্যবস্তু। দর্পণের সামনে AS দূরত্বে লক্ষ্যবস্তু অবস্থিত এবং দর্পণের পিছনে AS' দূরত্বে প্রতিবিম্ব অবস্থিত।

প্রমাণ করতে হবে যে $AS = AS'$

চিত্রানুসারে,

$\angle SBN = i$

$\angle NBH = r$

প্রতিফলনের সূত্রানুসারে

$\angle SBN = \angle NBH$ ——— (i)

আবার,

$NB \parallel SA$; SB তাদের ছেদক

$\therefore \angle BSA =$ একান্তর $\angle SBN$ ——— (ii)

(i) ও (ii) হতে

$\angle BSA = \angle NBH$ ——— (iii)

আবার—

$NB \parallel AS'$; HS' তাদের ছেদক

$\angle NBH =$ অনুরূপ $\angle AS'B$ ——— (iv)

(iii) ও (iv) হতে পাই—

$\angle BSA = \angle AS'B$

আবার,

$\triangle ABS$ ও $\triangle ABS'$ এ

$\angle BSA = \angle AS'B$

$\angle BA = \angle BAS' = 90^0$

AB তাদের সাধারণ বাহু

$\triangle ABS \cong \triangle ABS'$

$\therefore \boxed{AS = AS'}$

(প্রমাণিত)

CS CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন নং ৩৭ ৩য় সমাধান

(গ)

মনে করি, MM' একটি অবতল দর্পণের সামনে PQ বিন্দু লম্বভাবে অবস্থিত। Q একটি আলোক রশ্মি দর্পণের A বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস বরাবর প্রতিফলিত হয়।

Q থেকে আরও একটি আলোক রশ্মি ফোকাস F বরাবর দর্পণের B বিন্দুতে আপতিত হলে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে BK বরাবর প্রতিফলিত হয়।

CamScanner

প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় Q' বিন্দুতে মিলিত হয়। Q' বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর $P'Q'$ লম্ব অংকন করি। তাহলে $P'Q'$ ই PQ এর বাস্তব এবং উল্টো প্রতিবিম্ব।

Q, P, C, P′, F, O, Q′

$OP = U$

$OP' = V$

$OC = r$

$OF = f$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{r} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

$$f = \frac{r}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{v} = \frac{2}{r}$$

(খ) দর্পণের ব্যাসার্ধ r এবং ফোকাস দূরত্ব f হলে,

$$f = \frac{r}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{r} \quad \text{---} (i)$$

আবার,

দর্পণের মেরু থেকে লক্ষ্যবস্তু ও প্রতিবিম্বের দূরত্ব যথাক্রমে u ও v হলে,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \quad \text{---} (ii)$$

(i) ও (ii) হতে,

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{r} = \frac{v+u}{uv}$$

CS CamScanner

$\Rightarrow 2uv = vr + ur$

$\Rightarrow ur = 2uv - vr$

$\Rightarrow ur = v(2u - r)$

$\Rightarrow v = \dfrac{ur}{2u - r}$

$\Rightarrow v = \dfrac{(4 \times 3)}{(2 \times 4) - 3}$

$\Rightarrow v = \dfrac{12}{8 - 3}$

$\Rightarrow v = \dfrac{12}{5}$

$\therefore \boxed{v = 2.4}$ cm

এখানে,

$u = 4$ cm

$r = 3$ cm

$v = ?$

অর্থাৎ বস্তুটির প্রতিবিম্ব দর্পণ থেকে 2.4 cm সামনে গঠিত হবে।

CamScanner

$$= \left(\frac{400+40}{2}\right) \times 3.6\times10^{-5}$$

$$= 7.92\times10^{-3}\ m$$

এখানে,

$u = 400\ ms^{-1}$

$v = 40\ ms^{-1}$

$t = 3.6\times10^{-5}\ s.$

∴ প্রবেশের দূরত্ব $7.92\times10^{-3}\ m$ (Ans)

(গ) আমরা জানি,

এখানে,

$F = 4\times10^{4}\ N$

$v = 400 ms^{-1}$

$r = 7.92\times10^{-3}\ m$

$m = ?$

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$\Rightarrow mv^2 = Fr$$

$$\Rightarrow m = \frac{Fr}{v^2}$$

$$= \frac{4\times10^{4}\times7.92\times10^{-3}}{(400)^2}$$

$$= 1.98\times10^{3}\ Kg$$

$$= 1.78\ gm$$

$$\approx 2\ gm. \quad \text{(Ans)}$$